

# 日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類は下記の出願書類の謄本に相違ないことを証明する。  
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 6月 2日

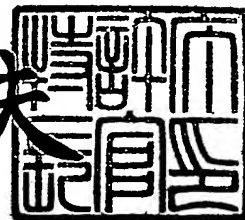
出 願 番 号  
Application Number: PCT/J P 03/06940

出 願 人  
Applicant (s): 株式会社デンソー  
和田 純一

2004 年 1 月 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証平 15-500401

# 受理官庁用写し

1/4

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 2003年06月02日（02.06.2003）月曜日 14時41分39秒

M800-PCT

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	PCT/JP03/06940
0-2	国際出願日	02.06.03
0-3	(受付印)	PCT International Application 日 本 国 特 許 庁
0-4	様式-PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.92 (updated 01.04.2003)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	M800-PCT
I	発明の名称	点火コイル
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人である。	米国を除くすべての指定国 (all designated States except US)
II-4ja	名称	株式会社デンソー
II-4en	Name	DENSO CORPORATION
II-5ja	あて名:	448-8661 日本国 愛知県 刈谷市 昭和町1丁目1番地
II-5en	Address:	1, Showa-cho 1-chome, Kariya-shi, Aichi 448-8661 Japan
II-6	国籍 (国名)	日本国 JP
II-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-1	その他の出願人又は発明者	
III-1-1	この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-1-4ja	氏名(姓名)	和田 純一
III-1-4en	Name (LAST, First)	WADA, Junichi
III-1-5ja	あて名:	448-8661 日本国 愛知県 刈谷市 昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
III-1-5en	Address:	C/O DENSO CORPORATION 1, Showa-cho 1-chome, Kariya-shi, Aichi 448-8661 Japan
III-1-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-1-7	住所 (国名)	日本国 JP

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 2003年06月02日 (02.06.2003) 月曜日 14時41分39秒

IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。	代理人 (agent)
IV-1-1ja	氏名(姓名)	青木 篤
IV-1-1en	Name (LAST, First)	AOKI, Atsushi
IV-1-2ja	あて名:	105-8423 日本国 東京都 港区虎ノ門 三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所
IV-1-2en	Address:	A. AOKI, ISHIDA & ASSOCIATES Toranomom 37 Mori Bldg., 5-1, Toranomom 3-chome, Minato-ku, Tokyo 105-8423 Japan
IV-1-3	電話番号	03-5470-1900
IV-1-4	ファクシミリ番号	03-5470-1911
IV-2	その他の代理人	筆頭代理人と同じあて名を有する代理人 (additional agent(s) with same address as first named agent)
IV-2-1ja	氏名	鶴田 準一; 篠崎 正海; 西山 雅也
IV-2-1en	Name(s)	TSURUTA, Junichi; SHINOZAKI, Masami; NISHIYAMA, Masaya
V	国の指定	
V-1	広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	EP: AT BE BG CH&LI CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL PT RO SE SI SK TR 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国
V-2	国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	KR US
V-5	指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて、規則4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約のもとで認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、V-6欄に示した国の指定を除く。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。	
V-6	指定の確認から除かれる国	なし (NONE)
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張	
VI-1-1	出願日	2002年06月03日 (03.06.2002)
VI-1-2	出願番号	特願2002-161475
VI-1-3	国名	日本国 JP
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

M800-PCT

原本（出願用） - 印刷日時 2003年06月02日（02.06.2003）月曜日 14時41分39秒

VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	-	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-4	発明者である旨の申立て（米国を指定国とする場合）	-	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て	-	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書（申立てを含む）	4	-
IX-2	明細書	14	-
IX-3	請求の範囲	1	-
IX-4	要約	1	EZABST00. TXT
IX-5	図面	7	-
IX-7	合計	27	
	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	✓	-
IX-9	個別の委任状の原本	✓	-
IX-17	PCT-EASYディスク	-	フレキシブルディスク
IX-18	その他	納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面	-
IX-19	要約書とともに提示する図の番号	3	
IX-20	国際出願の使用言語名:	日本語	
X-1	提出者の記名押印		
X-1-1	氏名(姓名)	青木 篤	
X-2	提出者の記名押印		
X-2-1	氏名(姓名)	鶴田 準一	
X-3	提出者の記名押印		
X-3-1	氏名(姓名)	篠崎 正海	
X-4	提出者の記名押印		
X-4-1	氏名(姓名)	西山 雅也	

## 受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	02.06.03
10-2	図面:	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）	

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

M800-PCT

原本（出願用） - 印刷日時 2003年06月02日（02. 06. 2003）月曜日 14時41分39秒

10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

## 国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

## 明 細 書

### 点火コイル

#### 技術分野

本発明は点火コイル、より詳しくはエンジンのプラグホールに直接搭載されるスティックタイプの点火コイルに関する。

#### 背景技術

図 8 に、点火コイル 100 の積層コア 101 付近の軸直方向断面図を示す。図に示すように、積層コア 101 は丸棒状を呈している。積層コア 101 は、短冊状の薄い珪素鋼板 102 が径方向に多数枚積層され、形成されている。積層コア 101 の外周面には、ポリエチレンテレフタレート（PET）からなるテープ 103 が巻装されている。テープ 103 の外周側には、積層コア 101 と同軸状に円筒状の二次スプール 104 が配置されている。二次スプール 104 内周面とテープ 103 外周面との間には、隙間 105 が区画されている。二次スプール 104 の外周面には二次巻線 106 が巻装されている。上記各部材は、点火コイル 100 の外殻であるハウジング（図略）内に収納されている。

ハウジング内には、エポキシ樹脂が注入されている。エポキシ樹脂は、ハウジング内の各部材間に充填され硬化する。エポキシ樹脂は、各部材間の絶縁を確保している。また、エポキシ樹脂は各部材を固定している。隙間 105 にも、エポキシ樹脂 107 a が充填されている。図 9 に、図 8 の I - I 断面図を示す。図に示すように、二次巻線 106 と二次スプール 104 外周面との隙間にも、エポキシ樹脂 107 b が浸透している。

ところで、エポキシ樹脂と二次巻線 106 と二次スプール 104 との

線膨張係数は、それぞれ異なる。低温時には、二次巻線106の線膨張係数は、二次スプール104の線膨張係数およびエポキシ樹脂の線膨張係数よりも小さい。このため、図9に示す二次スプール104およびエポキシ樹脂107aは、縮径方向に収縮変形しようとする。これに対し、二次巻線106はほとんど変形しない。しかしながら、二次巻線106と二次スプール104とは、隙間に介在するエポキシ樹脂107bにより連結されている。このため、二次スプール104およびエポキシ樹脂107aは縮径方向に収縮変形したくても、二次巻線106により外周側から引き止められてしまう。すなわち、二次巻線106よりも内周側に配置される部材には、外周側から熱応力が加わる。図8中矢印で示すように、具体的には熱応力109は周方向に作用する。

一方、積層コア101は、珪素鋼板102が多数枚積層され、形成されている。積層された各々の珪素鋼板102は、エンジンの冷熱負荷による熱応力のため、微小量だけ反り変形する。このため、仮に、積層コア101が剥き出しでエポキシ樹脂107aに当接していると、この珪素鋼板102の反り変形により、積層コア101は、図8中点線110で誇張して示すように、楕円状に変形する。そして、この積層コア101の楕円変形により、図8中矢印で示すように、エポキシ樹脂107aに対して楕円長軸方向に熱応力111が加わる。この楕円長軸方向の熱応力111と前記周方向の熱応力109とが相俟って、エポキシ樹脂107aには大きな熱応力が加わることになる。

また、仮に、積層コア101が剥き出しでエポキシ樹脂107aに当接していると、前記周方向の熱応力109により、珪素鋼板102の尖った角部108を起点にしてクラックが発生するおそれがある。

積層コア101を剥き出しで配置すると、点火コイル100に上記のような問題が発生してしまう。このため、積層コア101には、上述

したように、テープ103 が巻装されている。すなわち、このテープ103 が積層コア101 を外周側から規制することにより、積層コア101 の楕円変形が抑制される。また、このテープ103 が、珪素鋼板102 を覆うことにより、尖った角部108 が包まれる。このようにして、テープ103 は、隙間105 に介在するエポキシ樹脂 107 aに加わる熱応力を緩和している。

ここで、テープ103 の肉厚と、テープ103 による熱応力緩和量とは比例する。具体的には、テープ103 の肉厚が厚いほど、積層コア101 の楕円変形を抑制することができる。このため、熱応力緩和量は大きくなる。また、テープ103 の肉厚が厚いほど、角部108 による凹凸が、テープ103 外周面に表出しにくくなる。このため、角部108 がクラックの起点になりにくくなる。

しかしながら、従来、テープ103 すなわち熱応力緩和部材の肉厚の最適化に対する知見は無かった。このため、テープ103 の肉厚が薄い点火コイルと、テープ103 の肉厚が厚い点火コイルとでは、熱応力に起因するクラックなどの不具合により、エポキシ樹脂 107 aの寿命がばらついていた。

## 発明の開示

本発明の点火コイルは、上記課題に鑑みて完成されたものである。したがって、本発明は、肉厚が最適化された熱応力緩和部材を備える点火コイルを提供することを目的とする。

(1) 上記課題を解決するため、本発明の点火コイルは、ハウジングと、該ハウジング内のほぼ中央に配置された棒状の中心コアと、該中心コアの外周面を覆う熱応力緩和部材と、隙間を隔てて該熱応力緩和部材の外周側に配置された筒状のスプールと、該隙間に充填され硬化する樹脂絶縁材と、を備えてなる点火コイルであって、



該熱応力緩和部材は、該中心コアに巻装されており、該熱応力緩和部材の肉厚は、該中心コアが熱変形により該樹脂絶縁材に加える熱応力を、飽和値まで緩和可能な厚さに設定されていることを特徴とする。

図 1 に、熱応力緩和部材の肉厚と、樹脂絶縁材に加わる熱応力との関係を概念的にグラフで示す。図に示すように、肉厚が薄い場合、肉厚と熱応力緩和量とは比例する。しかしながら、肉厚がある厚さ  $T$  を超えると、この比例関係は成立しなくなる。すなわち、熱応力緩和量が飽和値  $S$  に達してしまう。これは、熱応力緩和部材の肉厚が厚さ  $T$  になると、中心コア（前出の図 8 においては積層コア 101）の熱変形の大分量が抑制されてしまうからである。そして、厚さ  $T$  以上に熱応力緩和部材の肉厚を厚くしても、中心コアの熱変形の抑制量は、ほとんど変わらないからである。

本発明の点火コイルによると、この飽和値  $S$  まで熱応力を緩和できるように、熱応力緩和部材の肉厚が設定されている。したがって、熱応力緩和部材外周面とスプール内周面との間に区画される隙間（以下、適宜、単に「隙間」と略称する。）に介在する樹脂絶縁材に加わる熱応力は、ほぼ、前出の図 8 に示す周方向の熱応力 109 のみとなる。すなわち、複数の点火コイル間で、隙間の樹脂絶縁材に加わる熱応力は、ほぼ一定になる。このため、隙間の樹脂絶縁材の寿命が複数の点火コイル間でばらつくのを抑制することができる。ひいては、点火コイルの寿命が複数の点火コイル間でばらつくのを抑制することができる。したがって、点火コイルの製品管理が容易になる。

また、飽和値  $S$  は、言わば熱応力緩和部材により熱応力を緩和できる最大値である。このため、本発明の点火コイルによると、隙間の樹脂絶縁材に加わる熱応力の絶対値が比較的小さくなる。したが

って、隙間の樹脂絶縁材の寿命自体が長くなる。ひいては、点火コイルの寿命自体が長くなる。

好ましくは、点火コイルの肉厚を厚さ $T$ に設定する方がよい。こうすると、肉厚を厚さ $T$ よりも厚く設定する場合と比較して、同等の熱応力緩和量を確保しつつ熱応力緩和部材の使用量を少なくすることができる。このため、熱応力緩和部材に要するコスト、ひいては点火コイルの製造コストを削減できる。また、点火コイルの外周径を小径化することができる。

なお、本発明において「熱応力緩和部材の肉厚」とは、熱応力緩和部材全体の径方向厚さをいう。例えば、熱応力緩和部材が一層のテープから形成されている場合は、テープ自体の肉厚が熱応力緩和部材の肉厚に該当する。また、例えば、熱応力緩和部材が合計四層のテープから形成されている場合は、テープ四層分の肉厚が熱応力緩和部材の肉厚に該当する。

また、本発明における「巻装」には、中心コアに熱応力緩和部材が直接巻き付けられる場合は勿論、予め巻き付け後の形状が付与された熱応力緩和部材を中心コアに配置する場合も含まれる。

(2) 好ましくは、前記中心コアは、磁性板材が径方向に積層され形成された積層コアである構成とする方がよい。中心コアを積層コアにすると、前出の図8に示すように、積層コア101が楕円状に熱変形する。このため、特に積層コアを持つ点火コイルは、隙間の樹脂絶縁材に加わる熱応力が大きくなる。したがって、積層コアを持つ点火コイルにおける隙間の樹脂絶縁材の寿命は、特にばらつきやすい。

この点、本構成のように、熱応力緩和部材の肉厚を、飽和値まで熱応力を緩和可能な厚さに設定すると、樹脂絶縁材の寿命のばらつきを小さくすることができる。

また、上述したように、積層コアを持つ点火コイルは、本来的に積層コアが樹脂絶縁材に加える熱応力が大きい。したがって、本構成によると、この大きな熱応力を効果的に抑制することができる。すなわち、前出の図1に示す熱応力緩和量が大きくなる。このように、本発明の点火コイルは、積層コアを持つ点火コイルとして具現化するのに特に適している。

(3) 好ましくは、前記熱応力緩和部材は、線膨張係数 $25 \times 10^{-6}$  / $^{\circ}\text{C}$ 以下の材料で、例えばポリエチレンテレフタレート、ポリエステル、ガラスクロス、ポリアミド、フッ素樹脂、又は塩化ビニール製であり、該熱応力緩和部材の肉厚は、0.1mm以上（粘着剤は除く）に設定されている構成とする方がよい。

つまり、この構成は、熱応力緩和部材をPET等により形成するものである。そして、熱応力緩和部材の肉厚を0.1mm以上に設定するものである。熱応力緩和部材をPET製等としたのは、PETは線膨張係数が $25 \times 10^{-6}$  / $^{\circ}\text{C}$ 以下で比較的小さいからである。線膨張係数が小さいと、エンジンの冷熱負荷による熱変形量が小さい。このため、本構成によると、中心コアの熱変形を効果的に抑制することができる。すなわち、中心コアが隙間の樹脂絶縁材に加える熱応力を、効果的に緩和することができる。

また、熱応力緩和部材の肉厚を0.1mm以上に設定したのは、0.1mm未満だと、未だ熱応力緩和量が飽和値に達していないからである。言い換えると、肉厚0.1mmが前出の図1に示す厚さTに相当するからである。したがって、本構成によると、熱応力緩和量の最大値である飽和値Sを確保することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、熱応力緩和部材の肉厚と樹脂絶縁材に加わる熱応力との

関係を示すグラフである。

図 2 は、第一実施形態の点火コイルの軸方向断面図である。

図 3 は、第一実施形態の点火コイルの中心コア部付近の軸直方向断面図である。

図 4 は、第一実施形態の点火コイル組み付け時におけるテープの巻装方法を示す図である。

図 5 は、FEM 解析により得られたテープの肉厚およびテープの層数とエポキシ樹脂に加わる熱応力との関係を示すグラフである。

図 6 は、第二実施形態の点火コイル組み付け時におけるテープの巻装方法を示す図である。

図 7 は、第三実施形態の点火コイル組み付け時におけるテープの巻装方法を示すグラフである。

図 8 は、点火コイルの積層コア付近の軸直方向断面図である。

図 9 は、図 8 の I - I 断面図である。

## 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の点火コイルの実施の形態について説明する。

### (1) 第一実施形態

まず、本実施形態の点火コイルの構成について説明する。図 2 に本実施形態の点火コイルの軸方向断面図を示す。また、図 3 に本実施形態の点火コイルの中心コア部付近の軸直方向断面図を示す。

点火コイル 1 は、エンジンプロックの上部において、気筒毎に形成されたプラグホール（図略）内に収納されている。また、点火コイル 1 は、後述するように、点火プラグ（図略）と図中下側において接続されている。

図 2 に示すように、点火コイル 1 は、ハウジング 2 を備えている。このハウジング 2 は、樹脂製であり上方に向かって拡径する段付

円筒状を呈している。ハウジング 2 の拡張した上端部には、広口部 20 が形成されている。また広口部 20 の側壁の一部には、切り欠き窓 21 が形成されている。

ハウジング 2 の内部には、中心コア部 5 と一次スプール 3 と一次巻線 30 と二次スプール 4 と二次巻線 40 とコネクタ部 6 とイグナイタ 65 とが、収納されている。

このうち中心コア部 5 は、積層コア 54 と弾性部材 50 とテープ 52 とからなる。図 3 に示すように、積層コア 54 は、幅の異なる短冊状の珪素鋼板 540 を径方向に多数枚積層して形成されている。なお、珪素鋼板 540 は、本発明の磁性板材に含まれる。図 2 に示すように、積層コア 54 は、棒状を呈している。弾性部材 50 は、シリコンゴム製であって、円柱状を呈している。弾性部材 50 は、積層コア 54 の上下端に合計二つ配置されている。図 3 に示すように、テープ 52 は、PET あるいはポリエステル、ガラスクロス、ポリアミド、フッ素樹脂、又は塩化ビニール製であって積層コア 54 の外周面に巻装されている。なお、テープ 52 は、本発明の熱応力緩和部材に含まれる。テープ 52 については、後で詳しく説明する。

図 2 に示すように、二次スプール 4 は、樹脂製であって有底円筒状を呈している。なお、二次スプール 4 は、本発明のスプールに含まれる。二次スプール 4 は、中心コア部 5 と同軸的に、かつ中心コア部 5 の外周側隣りに配置されている。図 3 に示すように、テープ 52 と二次スプール 4 との間には、円筒状の隙間 9 が区画されている。二次巻線 40 は、二次スプール 4 の外周面に巻回されている。

図 2 に示すように、一次スプール 3 は、二次スプール 4 と同軸的に、かつ二次スプール 4 の外周側隣りに配置されている。一次スプール 3 は、樹脂製であって円筒状を呈している。一次巻線 30 は、一次スプール 3 の外周側に巻回されている。一次巻線 30 の外周側には

、外周コア（図略）が配置されている。外周コアは、一枚の長方形の珪素鋼板が丸められ形成されている。すなわち、外周コアは、軸方向にスリットの入った円筒状を呈している。

エポキシ樹脂 8 は、ハウジング 2 内に配置された上記部材間に介在している。このエポキシ樹脂 8 は、エポキシポリマと硬化剤とを、前記広口部 20 から真空引きしたハウジング 2 内に注入することにより、上記部材間に浸透し硬化する。

コネクタ部 6 は、ハウジング 2 の広口部 20 に配置されている。コネクタ部 6 は、角筒部 60 と台座部 61 とを備える。角筒部 60 は、切り欠き窓 21 からハウジング 2 外方に突出して配置されている。台座部 61 は、板状であって、広口部 20 のほぼ中央に配置されている。イグナイタ 65 は、パワートランジスタや電気回路などがモールド樹脂により覆われ形成されている。イグナイタ 65 は、台座部 61 の上端面に搭載されている。

高圧タワー部 7 は、ハウジング 2 の下方に配置されている。高圧タワー部 7 は、タワーハウジング 70 と高圧ターミナル 71 とスプリング 72 とプラグキャップ 73 とを備えている。タワーハウジング 70 は、樹脂製であって円筒状を呈している。高圧ターミナル 71 は、タワーハウジング 70 の内周側上方に配置されている。高圧ターミナル 71 は、金属製であって下方に開口するカップ状を呈している。高圧ターミナル 71 は、二次巻線 40 に電氣的に接続されている。スプリング 72 は、金属製であって螺旋状を呈している。スプリング 72 の上端は、高圧ターミナル 71 の上底壁下面に止着されている。スプリング 72 には、点火プラグ（図略）が弾接している。プラグキャップ 73 は、ゴム製であって円筒状を呈している。プラグキャップ 73 は、タワーハウジング 70 の下端部に環装されている。プラグキャップ 73 の内周側には、点火プラグが圧入されている。

次に、本実施形態の点火コイルの通電時の動きについて説明する。まず、エンジン制御ユニットからの制御信号が、図2に示すコネクタ部6およびイグナイタ65を介して、一次巻線30に伝達される。続いて、この制御信号による自己誘導作用で、一次巻線30に電圧が発生する。それから、この電圧が、一次巻線30と二次巻線40との相互誘導作用により、昇圧される。そして、二次巻線40に高電圧が発生する。その後、二次巻線40に発生した高電圧は、高圧ターミナル71とスプリング72とを介して、点火プラグに伝達される。最後に、この伝達された高電圧により、点火プラグのキャップに火花が発生する。

次に、本実施形態の点火コイルのテープについて説明する。図3に示すテープ52は、PET製であり薄膜状を呈している。テープ52は、積層コア54外周面に、合計四層巻き付けられている。テープ52の肉厚すなわち四層巻き全体の層厚は、後述するFEM解析の結果から、厚さ $t = 0.1\text{mm}$ に設定してある。

次に、テープ52の積層コア54に対する巻装方法について説明する。図4に、本実施形態の点火コイル組み付け時におけるテープの巻装方法を示す。なお、珪素鋼板は省略して示す。図に示すように、テープ52の軸方向長さは、積層コア54の軸方向長さとはほぼ等しく設定されている。また、テープ52一枚の厚さは $0.025\text{mm}$ である。上述したように、このテープ52は、積層コア54の外周面に、合計四層巻き付けられている。

次に、本実施形態の点火コイルのテープの肉厚に対して行ったFEM解析の結果について説明する。なお、FEM解析の演算には、Design Space（サイバーネットシステム（株）製）を用いた。

図5に、解析により得られたテープの肉厚およびテープの層数と、図3の隙間9のエポキシ樹脂8aに加わる熱応力との関係をグラ

フで示す（図 1 参照）。図に示すように、肉厚が 0.1mm（層数 4 層）未満の場合、肉厚が厚くなるにしたがって熱応力は比例的に減少する。一方、肉厚が 0.1mm 以上の場合、肉厚が厚くなっても熱応力はほとんど減少しない。

FEM 解析から、熱応力緩和量は、肉厚が 0.1mm になると飽和することが判った。そして、このときのエポキシ樹脂の熱応力つまり熱応力緩和量の飽和値は、75.1MPa であることが判った（エポキシ厚さは 0.4mm）。また、熱応力緩和量は、外挿線（図中、点線で示す。）を引いて得られる肉厚 0 mm のときのエポキシ樹脂の熱応力 78.5 MPa と、飽和値 75.1MPa と、の差から 3.4MPa であることが判った。FEM 解析の結果から、図 3 に示すテープ 52 は、線膨張係数が  $25 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  以下で、ヤング率は 6000MPa 以下で、肉厚は厚さ  $t = 0.1$  mm に設定した。

次に、本実施形態の点火コイルの効果について説明する。本実施形態の点火コイル 1 によるとエポキシ樹脂 8 a に加わる熱応力は、ほぼ、前出の図 8 に示す周方向の熱応力 109 のみとなる。すなわち、複数の点火コイル 1 間で、エポキシ樹脂 8 a に加わる熱応力は、ほぼ一定になる。このため、エポキシ樹脂 8 a の寿命が複数の点火コイル 1 間でばらつくのを抑制することができる。ひいては、点火コイル 1 の寿命が複数の点火コイル 1 間でばらつくのを抑制することができる。したがって、点火コイル 1 の製品管理が容易になる。

また、飽和値 75.1MPa は、言わばテープ 52 により熱応力を緩和できる最大値である。このため、本実施形態の点火コイル 1 によると、エポキシ樹脂 8 a に加わる熱応力の絶対値が比較的小さくなる。したがって、エポキシ樹脂 8 a の寿命自体が長くなる。ひいては、点火コイル 1 の寿命自体が長くなる。

また、本実施形態の点火コイル 1 によると、図 5 に示すように、



テープ52の肉厚を、例えば0.15mmとした場合と比較して、肉厚が2/3でありながら同等の熱応力緩和量を確保することができる。すなわち、肉厚を0.1mmよりも厚く設定する場合と比較して、同等の熱応力緩和量を確保しつつテープ52の使用量を少なくすることができる。このため、テープ52に要するコスト、ひいては点火コイル1の製造コストを削減できる。また、点火コイル1の外周径を小径化することができる。

## (2) 第二実施形態

本実施形態と第一実施形態との相違点は、テープの巻装方法のみである。したがって、ここでは相違点についてのみ説明する。

図6に、本実施形態の点火コイル組み付け時におけるテープの巻装方法を示す。なお、図4と対応する部位については同じ記号で示す。図に示すように、テープ52は、積層コア54の外周面に配置する前から、巻装後の形状すなわち四層巻き筒状を呈している。図中矢印で示すように、この筒状のテープ52の内周側に積層コア54を挿入することにより、積層コア54の外周面にテープ52を配置する。

本実施形態のように、積層コア54外周面に直接テープ52を巻き付けるのではなく、予め巻き付け後の形状を呈するテープ52を積層コア54外周面に配置する場合も、本発明にいう「巻装」に含まれる。本実施形態によると、テープ52の内周側に積層コア54を挿入するだけで、テープ52を積層コア54に配置することができる。このため、テープ52の巻装作業が容易になる。

## (3) 第三実施形態

本実施形態と第一実施形態との相違点は、テープの軸方向長さのみである。したがって、ここでは相違点についてのみ説明する。

図7に、本実施形態の点火コイル組み付け時におけるテープの巻装方法を示す。なお、図4と対応する部位については同じ記号で示

す。図に示すように、テープ52の軸方向長さは、積層コア54の軸方向長さよりも短く設定されている。すなわち、テープ52は幅狭である。テープ52は、積層コア54の外周面に螺旋状に巻き付けられる。本実施形態によると、積層コア54外周面の軸方向において、テープ52の層数すなわち肉厚を、自在に調整することができる。

#### (4) その他

以上、本発明の点火コイルの実施の形態について説明した。しかしながら、実施の形態は上記形態に特に限定されるものではない。当業者が行いうる種々の変形的形態、改良的形態で実施することも可能である。

例えば、上記実施形態においては、二次スプール4を内周側に、一次スプール3を外周側に、それぞれ配置したが、この配置は逆であってもよい。この場合は、一次スプールが本発明の「スプール」に該当する。

また、テープ52の層数や一枚あたりの肉厚は、特に限定しない。テープ52全層分の肉厚が、エポキシ樹脂8に加える熱応力を飽和値まで緩和可能な厚さ（上記実施形態においては0.1mm以上）に設定されていればよい。また、テープ52を形成する材料も、積層コア54の熱変形を抑制できる程度の線膨張係数 $25 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下を有する材料であれば、特に限定しない。また、上記実施形態においては、中心コアとして多数の珪素鋼板540からなる積層コア54を配置したが、中心コアとして円柱状の一体物の磁性材を配置してもよい。また、中心コアとして、六角柱状の磁性線材を束ねて円柱状としたものを配置してもよい。

#### 産業上の利用可能性

本発明によると、熱応力緩和部材を備えることにより、肉厚と熱

膨張係数が最適化され、積層された中心コアの変形を抑制することができる点火コイルを提供することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. ハウジングと、該ハウジング内のほぼ中央に配置された棒状の中心コアと、該中心コアの外周面を覆う熱応力緩和部材と、隙間を隔てて該熱応力緩和部材の外周側に配置された筒状のスプールと、該隙間に充填され硬化する樹脂絶縁材と、を備えてなる点火コイルであって、

該熱応力緩和部材は、該中心コアに巻装されており、該熱応力緩和部材の肉厚は、該中心コアが熱変形により該樹脂絶縁材に加える熱応力を、飽和値まで緩和可能な厚さに設定されている点火コイル。

2. 前記中心コアは、磁性板材が径方向に積層され形成された積層コアである請求の範囲第1項に記載の点火コイル。

3. 前記熱応力緩和部材の線膨張係数は $25 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下で、肉厚が0.1mm以上に設定されている請求の範囲第1項に記載の点火コイル。

4. 前記熱応力緩和部材は、ポリエチレンテレフタレート、ポリエステル、ガラスクロス、ポリアミド、フッ素樹脂又は塩化ビニール製であり、該熱応力緩和部材の肉厚は、0.1mm以上に設定されている請求の範囲第1項に記載の点火コイル。

## 要 約 書

肉厚が最適化された熱応力緩和部材を備える点火コイルを提供することを課題とする。

点火コイルは、ハウジングと、ハウジング内のほぼ中央に配置された棒状の中心コア54と、中心コア54の外周面を覆う熱応力緩和部材52と、隙間9を隔てて熱応力緩和部材52の外周側に配置された筒状のスプール4と、隙間9に充填され硬化する樹脂絶縁材8aと、を備える。熱応力緩和部材52は、中心コア54に巻装されており、熱応力緩和部材52の肉厚は、中心コア54が熱変形により樹脂絶縁材8aに加える熱応力を、飽和値まで緩和可能な厚さに設定されている。

Fig.1

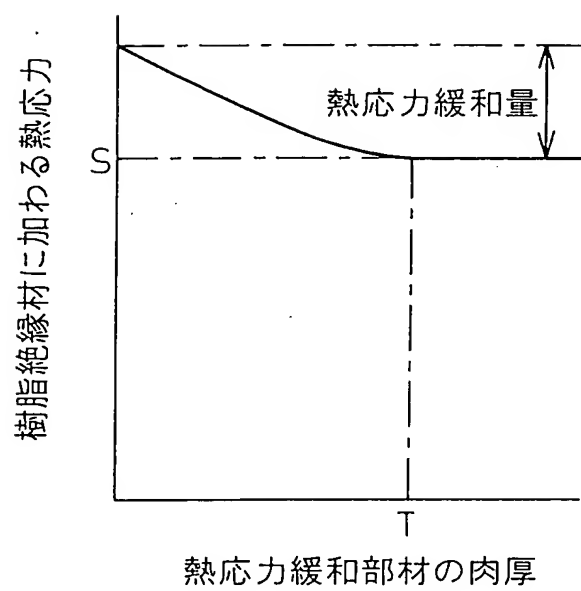


Fig.2

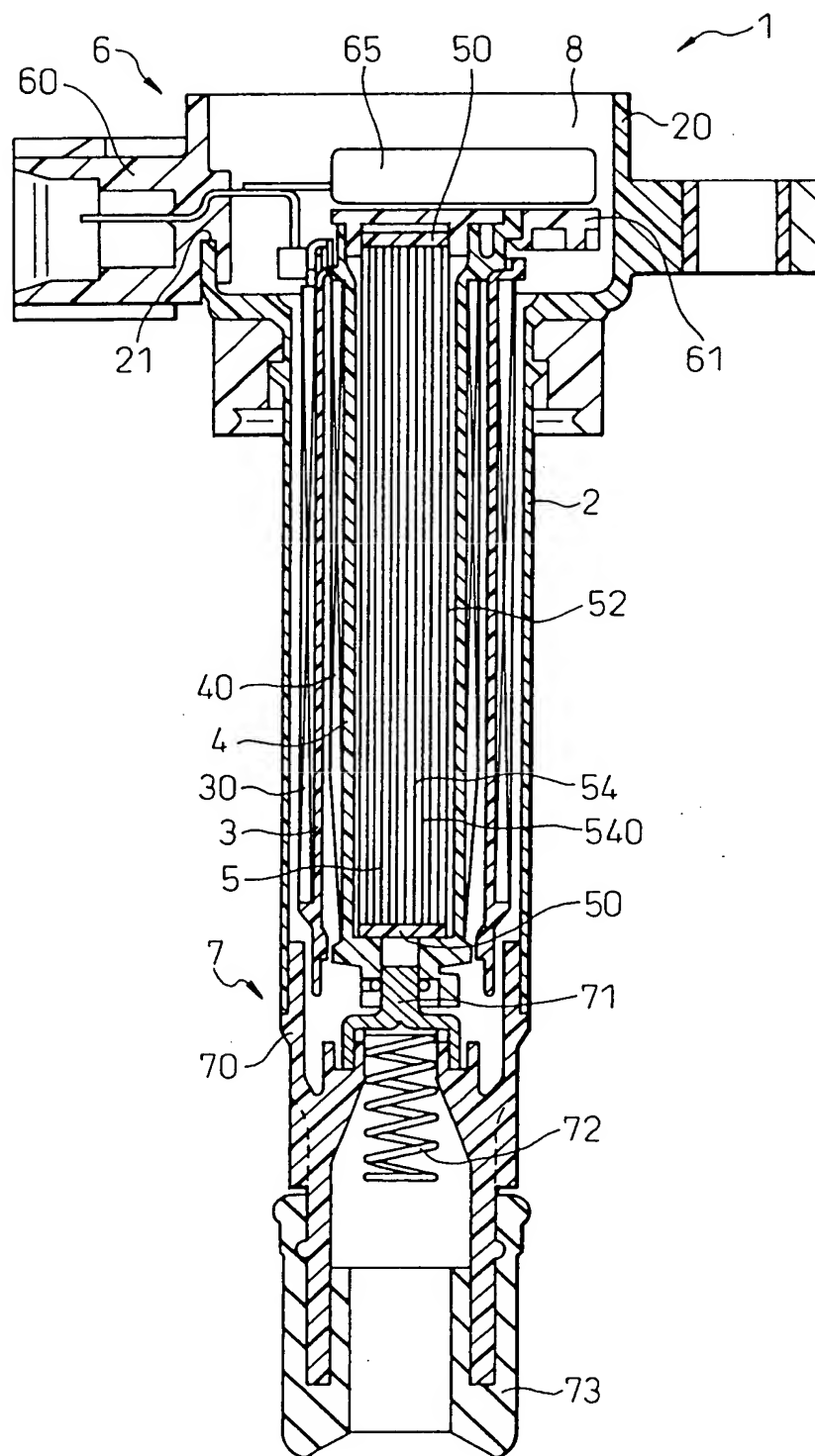


Fig.3

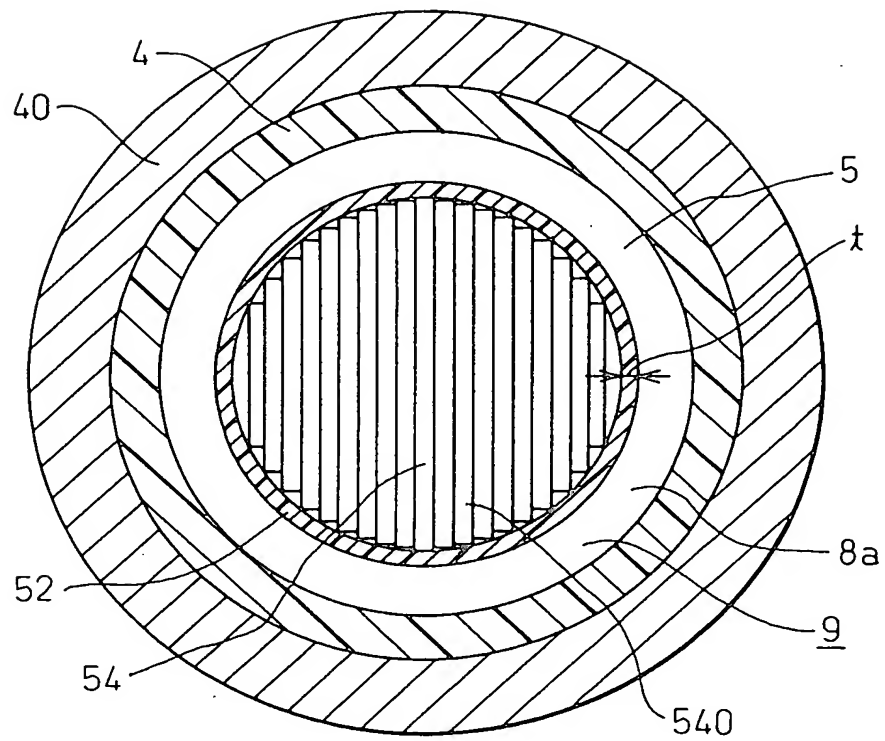


Fig.4

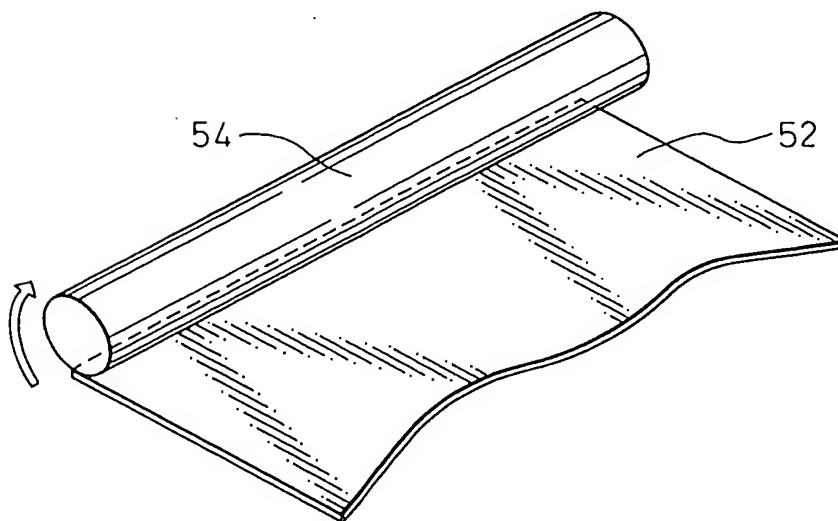




Fig. 5

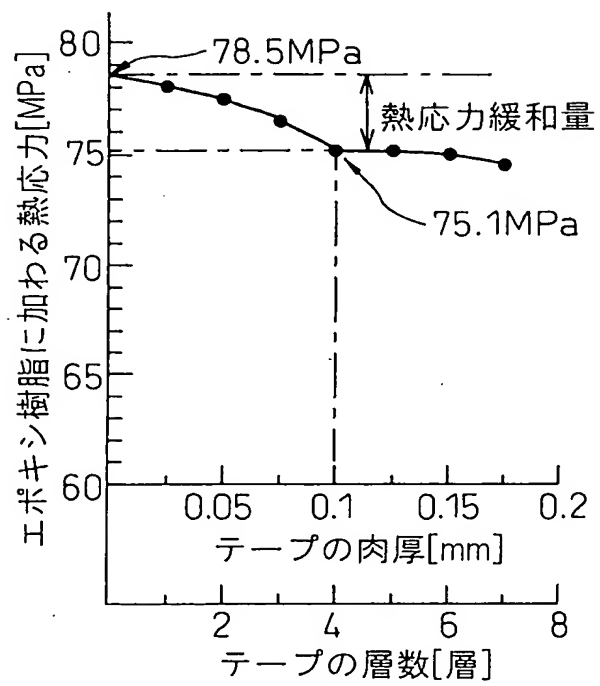


Fig.6

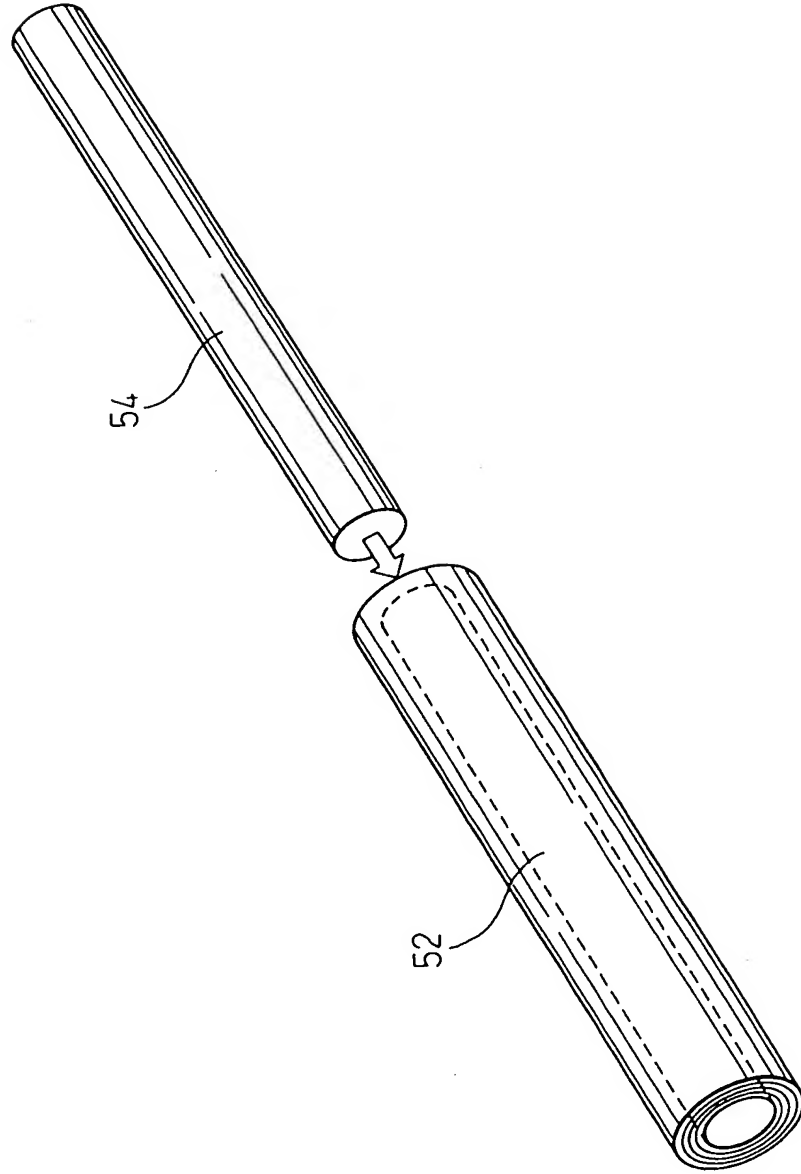


Fig. 7

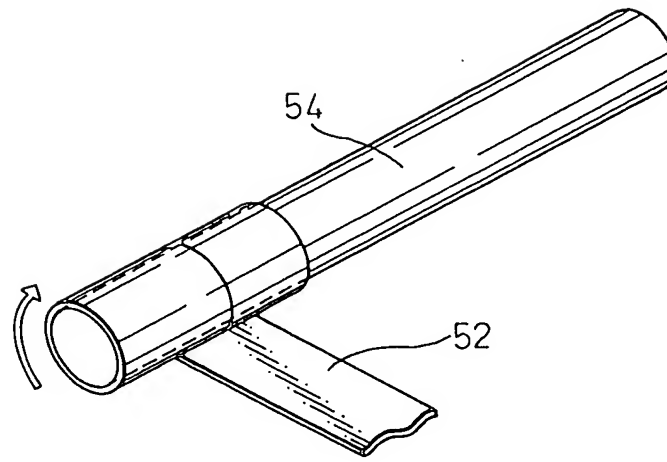


Fig. 8

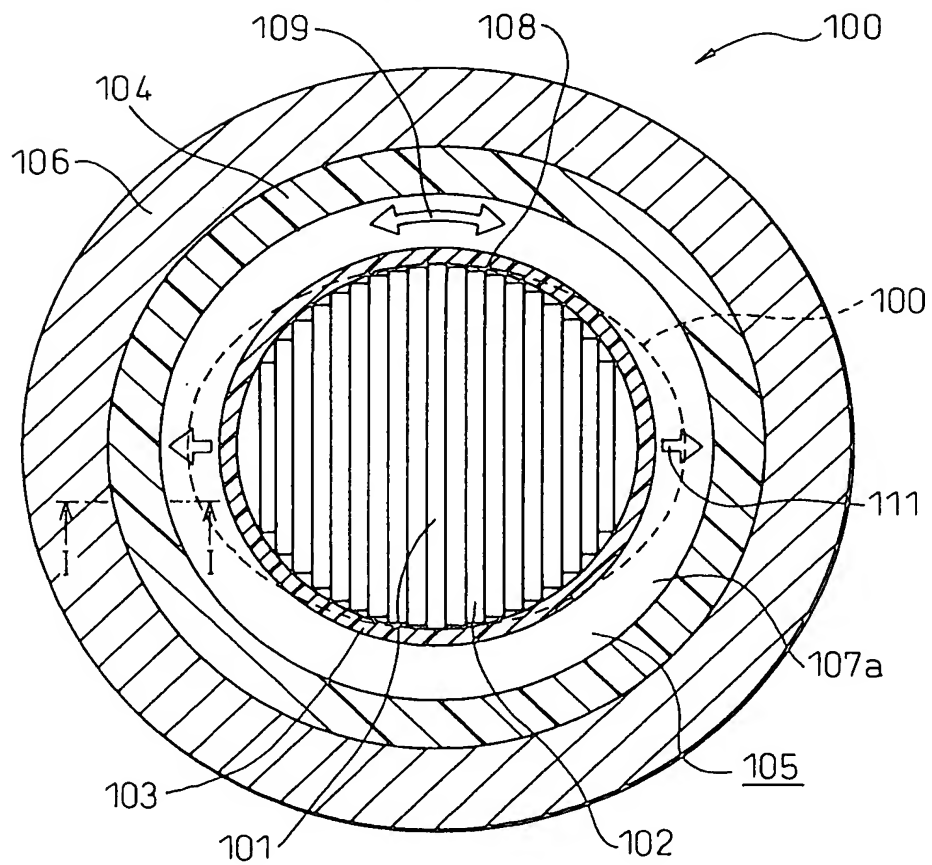


Fig.9

